

基于电力大数据的电网规划研究

姚朵朵, 牛东晓

(华北电力大学 经济与管理学院, 北京 102206)

摘要:随着信息技术的发展,电力企业的信息化进程不断加快,电力指数呈规模增长,电力大数据就是这一信息化的产物,其相关技术扮演着越来越重要的角色。根据电力大数据及其相关技术,从电力负荷预测、电网架构规划、动态安全评估及状态检修决策支持四个方面展开,分析讨论电力大数据在电网规划管理中的应用,同时分析了电力大数据在发展过程中面临的机遇和挑战,为进一步研究提供思路。

关键词:电力大数据;数据挖掘;电网规划

中图分类号:TM715 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2017)09-0065-05

随着在全球范围内大数据产业的快速发展,我国也逐渐重视对大数据的应用。大数据对打通业务壁垒、发现商业价值具有重要支撑作用,已为互联网、金融等拥有海量数据的企业在市场开拓、产品研发、客户服务等方面发挥了重要作用。在能源方面,电力大数据对人们重新认识、改造世界具有重要作用。信息系统的出现,实现了对数据的集成和分析,通过对海量数据的处理,为电网企业的相关业务提供支持,比如投资规划、风险防范、客户管理等。本文主要研究电力大数据在电网规划中的应用^[1-4]。

1 电力大数据的概述

1.1 电力大数据的定义

企业信息化的过程中,信息量呈现爆炸性增长态势,海量的数据涵盖各种形式,比如数字、符号、图片、声音、视频等,这些数据贯穿于电网企业生产、管理、服务等各业务流程中,企业的信息化正是要对这些大量数据进行采集、分析和处理^[5]。

充分重视数据的作用,将其作为企业核心资产之一,让资产创造价值,这是大数据的核心价值。通过以电力为中心的数据综合服务平台,充分利用实际电网和经营管理中产生的海量数据,并研究分析其中的规律,从而获取潜在的高附加值服务。高附加值的服务在电网企业中有重要作用,比如提高电网灾难预警与事故处理能力,提高供配电与电力调度决策的准确性等,实现更科学的需求侧管理,为电网创造更大的经济效益^[6-8]。

1.2 电力大数据的特征

电网中的大数据具有如下4个特征:数据量大、数据种类多、价值潜力大、处理迅速。

1)数据量大。随着物联网技术在电力行业的应用及企业的信息化不断加快,各业务流程的运作产生巨大的数据量,这些数据从PB级别跃升到EB级别,数据规模巨大。

2)数据种类多。在电力生产的整个过程中,产生各种类型的数据,按照产生方式的不同分类,有对设备监控而生成的数据、因电网状态信息扩展而生成的数据、有实时采样而生成的数据;按产生环节的不同,大数据可分为由发电侧产生的、由输变电侧产生的、由用电侧产生的。

3)价值潜力大。电力大数据反映了电力行业内部规律特征,通过相关技术对大数据的分析与研究,可以获得巨大的潜在价值,比如对社会经济的影响评估。

4)处理迅速。信息化水平的提高,使得数据处理技术不断发展,满足电力企业在对电力调度、设备运行等数据快速处理的要求。

2 电力大数据技术

2.1 多数据融合

数据融合是将不同级别、不同层面信息源的数据进行处理,该处理过程包括对数据的检测、相关性分析、估计及组合处理,以便完成所需的决策和评估任务。这对相关部门准确及时地获取有用信息,对市场

收稿日期:2017-05-09

基金项目:国家自然科学基金项目(71471059)。

作者简介:姚朵朵(1993—),女,浙江杭州人,华北电力大学,硕士研究生,研究方向:技术经济预测与评价,工程管理。

情况进行适时的完整评价,并实施辅助决策,都是至关重要的^[9]。

电力生产和服务数据的融合是电力大数据在行业内部的充分利用,在生产方面,电力企业利用计算机技术将来自多个传感器对相关特征量进行分析,并综合处理,保证电力生产过程安全稳定运行,在电力服务方面,主要涉及市场数据的分析,包括交易电价、需求侧用电量、用电变化趋势及分布情况等,对这些数据的分析结果在各单位、各部门之间共享^[10]。数据融合的过程需要对数据进行检测和相关性分析,例如,在对电力资产全生命周期管理、营销和配电协调管理等过程中,数据来源是不同的,需要对其进行融合,实现从以业务为中心到以数据为中心的转变,将数据的价值发挥到最大^[11-12]。

2.2 数据挖掘技术

数据挖掘作为一项技术,旨在大量信息源中找出有价值的数据,并分析总结出相关规律,获得相应输出的。随着电力企业信息化的不断加强,电力数据的应用在电力企业中逐渐发挥重大作用,为企业的决策提供有力支持。

数据挖掘的具体过程从数据准备着手,通过数据挖掘、综合分析评价发掘数据的潜在价值。对电力行业来说,数据准备针对的并非所有数据,而是适合后续数据挖掘的那部分原始数据,所以这一过程也是预处理过程,包括对数据的组织、筛选、转换,以保证后续数据挖掘的质量和效率;数据挖掘作为重点环节,旨在对前一环节获取的数据进行分析,发现数据规律,该过程需要综合考虑其他因素选择合适的挖掘方法;对于综合分析评价,首先针对上一环节所建立的模型,评价其是否合理,重点针对模型输出的结果,考虑其是否符合最初的业务目标,通过将这些结果解释、分析,提取有价值的信息,以可视化形式呈现,比如报表、报告、图形等^[13-15]。

2.3 统计分析

统计分析,是对获取的海量数据进行整理归类的过程。描述统计和推断统计作为统计分析的不同方法,具有不同的特点。描述统计是将经过组织、筛选、转化等一系列流程的电力大数据进行挖掘分析,并将结果以简化的形式表示,以此描述和归纳数据的特征及规律,包括这些数据的集中趋势、离散程度和相关强度;推断统计是指用概率形式来判断数据之间是否存在某种关系及以已知推断未知的一种预测分析方法,比如在预测电网供需时,从与电网供需关联性较大的影响因素着手,进行供需预测。

2.4 大数据可视化技术

海量的电网大数据最终需以一种直观、容易理解的方式呈现出来,便于后续分析决策,这一过程使用到大数据可视化技术。在电力生产、运行管理过程中,产生的生产数据包括发电量、电压稳定性等实时采集的数据,除此之外,还有部分业务数据,比如物联网、云计算、新能源并网等技术带来的相关数据,涉及运营管理的数据,主要是交易电价、售电量等方面的数据。可视化技术正是通过一系列算法,将如此庞大的数据快速有效地提取到有用的信息,使人们得以通过自身的视觉系统获取信息^[16]。

3 电力大数据在电网规划中的应用

3.1 电力负荷预测

电力负荷预测针对的是电力负荷的研究,而负荷本身的变化与很多外部因素有关,包括自然情况及地区条件。因此在进行电力负荷预测时,需要充分考虑地区经济因素、气象等的影响规律,利用适当的模型与算法,对规划区的电力需求做出估计^[17]。电力需求侧的数据量是巨大的,电网规划人员从大量数据中获取有价值的数据时,通常利用电力大数据技术进行挖掘分析,包括对用电量和负荷的历史数据等,在充分研究外部因素的条件,掌握其与电力需求的关系,依据负荷变化规律获得最终的预测结果。负荷预测过程的方法选择是多样的,包括电力弹性指数法、时间序列法、回归分析法、灰色预测法等,根据规划区实际情况,选择最优预测模型,从而获得更可靠结果。

在电网规划中,进行电力负荷预测是必要的,这也是电网经济运行的基础。负荷预测的结果是否准确,对电网的规划结果有重大影响,比如设备的选择及网络的整体布局情况,设备的选择主要为变压器容量、导线截面积等的选择。准确可靠的负荷预测有利于提高电网规划水平,除了对电网现状分析、电力需求预测等规划过程有重要作用,其预测结果有利于电力电量平衡、主变容量选址、主网规划等。

由于电力负荷预测是电网规划不可或缺的基础环节,其可靠性影响着后续一系列的其他建设过程,而电力负荷又具有不确定性,因此对预测的方法与流程提出了更高的要求。对于预测方法,并非某一种特定算法适用于所有负荷预测模型,所以在未来发展过程中,结合各种预测模型优点的组合方法将会得到更大的青睐,取长补短,使得预测结果更接近事实。

3.2 电网架构规划

电网架构规划是电网规划的重要环节。随着电网复杂程度不断加大,规模及自动化程度不断提高,

社会对电网架构的规划提出了更严格的要求。大数据带来的新型数据理念,又为电网架构规划提供新的思路。电网架构的规划依赖于对电力市场的分析预测及对规划区终端用户的负荷预测,可靠的预测结果为电网结构、设备型号选择提供依据,保障电网架构规划的合理性。

基于能源资源和负荷需求逆向分布的电力市场现状,我国国家电网公司提出了“以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展”的战略目标,根据规划,到2020年,我国将建成1 000 kV交流、+1 100 kV与800 kV直流构成的特高压电网,实施远距离、大规模、高效率书店、促进大煤电、大水电、大核电、大型可再生能源基地的集约化开发,在全国范围内实现资源优化配置。而这一战略目标的实现受多种因素阻碍,除了要解决多级磁环网、短路电流超标、多馈入直流相互影响和可再生能源大规模送出等与输电网架结构密切相关的技术问题外,最基本的是与需求相适应。我国仍然存在生产和消费不平衡的问题,部分地区网架结构薄弱,电网优化配置资源的作用难以发挥,但国家大力发展分布式电源,在电力系统末端的分散符合出引入为电源,不仅有利于解决用户的供电问题或者提高用户端的电能质量和供电可靠性,而且可以降低配电网电力损耗,节约电能,缓解电力紧张局面。多级电网及分布式电源的发展模式在发达国家也是电力发展的关注重点,美国、英国等国家都在开展未来电网形态和关键技术的研究^[18]。

未来电网架构的发展主要倾向于新型智能电网,涉及输电网和配电网的规划、变电站选址和容量确定、输配网综合优化和巨型电网的同一调度和智能控制等领域,虽然已经进行大量的研究并且取得相当大的进展,但由于微电网本身的特性,使得分散型低能量的电源对电力系统的安全性、电能质量、保护和网损等方面产生较大影响,但新技术的发展,将不断改善这个问题,优化电网结构,提高未来电网的安全性和可靠性。新型电网规划体系架构,如图1所示。

3.3 动态安全评估

评估,即评价和估量,在电网规划阶段对规划方案进行可行性、合理性和优劣性评估,有利于提高电网的运行水平,评估的内容包括供电可靠性评估、线损评估、供电能力及供电安全性评估、经济评估^[19]。

1)对于供电可靠性,评估的指标可以选用用户平均停电时间、供电可考虑、用户平均停电次数。要衡量用户供电可靠性,必须先了解整个电网停电性质的

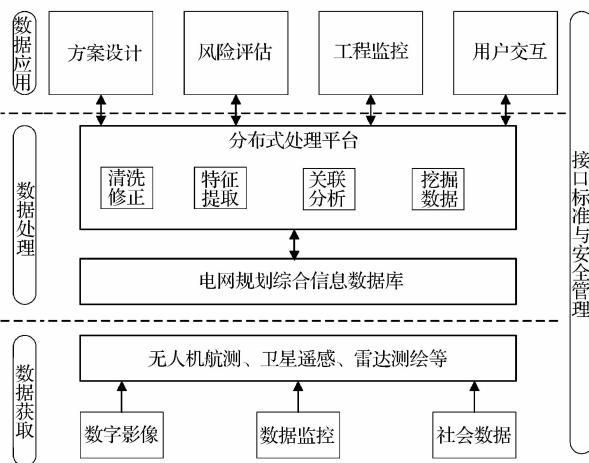


图1 新型电网规划体系架构

分类,总体上可分为故障停电和预安排停电。因此影响用户供电可靠性的主要因素体现在系统供电能力、网络结构、设备状态、自动化水平、维护技术水平和管理水平等几个方面。

2)所谓线损评估,是指评估电能传输过程中所产生的有功、无功电能和电压的损失,评估的指标为线损率。线损按照电能损失的原因,可分为技术线损和管理线损。技术线损属于电能在传输过程中无法避免的理论线损,可计算得出;管理线损是人为因素造成的,如抄表、偷漏或差错引起的不明损失,涉及到企业的管理水平。

3)对于供电能力及供电安全性评估,采用的指标为容载比,容载比既是宏观控制变电总容量的指标,也是电网规划中布点变电站容量选择的依据。在负荷增长相对较快的地区,电网发展快速期可取较高容载比,通过优化网架结构,可逐步降低容载比,提高投资的经济效益。

4)对于经济评价,主要涵盖财务评价和国民经济评价。财务评价指标主要包括:财务内部收益率、财务净现值、投资回收期、资产负债率、投资利税率、投资利润率、资金利润率等;国民经济评价主要从国家角度考察项目的效益和费用。

随着信息化程度的不断提高,动态安全评估一般通过相关系统完成,动态安全评估系统可实时评估电网的安全稳定水平,及时发现隐患,提高电网运行控制决策的预测性和科学性。系统在运行过程中,通过数据挖掘自动发现某些不正常的分布,从而暴露设备运行中的异常变化,以便运行人员预测机组运行状态,及时采取应对措施。另外,基于决策树方法可以进行最优化配置,使电力系统得到安全的动态

控制。

3.4 状态检修决策支持

状态检修是以机械设备当前实际工作状况为依据,通过高科技状态监测手段,识别故障前兆,分析故障具体情况,及时采取措施,提高设备的安全性和可靠性。电力大数据技术是状态检修的基础,状态监测系统广泛收集各项信息,比如各指标运行情况,并筛选出有价值的数据,运用数据挖掘技术统计分析,评估设备的运行状态,根据设备状态做出检修决策,确定检修时间、内容和方法。

我国电力系统长期以来遵循“定期检查,定期维修”的周期性检修制度,在及时发现设备缺陷、减少事故、确保安全方面的确发挥了重要作用。但随着电压等级的提高、设备容量的增大,这种传统检修方法不能适应新时期的要求。一方面,定期检查任务繁重,耗费不必要的人力、物力、财力;另一方面,检修停电已成为影响供电可靠性的主要因素,必须设法在确保安全的同时减少停电。电力设备的状态检修正是很好地解决了这一问题,有效克服定期检修造成的设备过修或失修情况,提高设备可靠性和经济性。

从电力行业发展看,供电设备定期检修时必然的,但要有一段很长的过程,在这期间,两种检修方式并存。状态检修系统将随着技术的提高不断升级,发展基于神经网络的诊断模块,更加高效、准确地评价设备状态,提供科学、有效的管理决策,提高设备检修、维护工作的针对性和有效性,保障状态检修工作规范、有序开展。

4 电力大数据面临的机遇与挑战

4.1 机遇

电力大数据蕴藏着巨大的商业价值和社会价值,挖掘电力大数据的价值面临巨大的机遇。智能电网基于数据和能源的同步传输,促进能源与信息技术的深度融合,逐渐形成以能源、数据为运行体系支撑下的坚强可靠、清洁环保、友好互动的能源管理网络。对电力大数据的挖掘,实现智能用电管理,使用户实时掌握用电性能、在线互动能耗数据、实时响应电价,实现能源次循环及高效利用,大幅提升能效管理水平^[20-22]。

4.2 挑战

1)数据源。对于数据来源问题,一方面是数据开放程度低,很多数据的获取存在一定难度;另一方面是数据质量问题,目前电力行业数据在可获取的颗粒程度,数据获取的及时性、完整性、一致性等方面的表现均不尽人意,而这些方面又继续完善与提升。

2)数据共享不畅。数据集成程度不够,目前电力行业缺乏行业层面的数据模型定义与主数据管理,当各单位数据口径不一致时,影响数据的共享与交流,且易导致数据重复存储且不一致。

3)数据处理和分析能力不足。首先,数据量大带来更大价值的同时也带来了更多的数据噪音,在进行数据预处理工作时必须更加谨慎,而这对硬件设施和算法都是严峻的考验。其次,传统的数据仓库系统对处理时间的要求并不高,而实际需要中需同时考虑算法的准确性和实时性。

5 结语

电网规划是电力系统规划的重要组成部分,也是电网更新改造的依据,合理地进行规划可以获得巨大的社会效益和经济效益。电网规划是一个繁琐复杂的过程,需要大量的历年电网运行的数据资料,面对海量数据,只靠人工来收集,将花费大量的时间精力,且易出现数据丢失和出错问题,电力大数据技术的发展,很好地解决了这一问题。经过多年不懈的研究和发展,电力大数据技术水平不断提高,其在电力负荷预测、电网架构规划、动态安全评估、状态检修决策支持等方面得到越来越广泛的应用,为规划更可靠的电网提供基本保障。但是电力大数据依然面临很多挑战,加之电网规划的复杂性和多样性,如何更好地处理和利用大数据仍然需要更深入地研究,以便获得最优化结果。

参考文献

- [1] 孙柏林. “大数据”技术及其在电力行业中的应用[J]. 电气时代, 2013(8): 18-23.
- [2] 陈超, 张顺仕, 尚守卫, 等. 大数据背景下电力行业数据应用研究[J]. 现代电子技术, 2013(24): 8-11.
- [3] 赵云山, 刘焕焕. 大数据技术在电力行业的应用研究[C]// 2013 电力行业信息化年会. 2014: 57-62.
- [4] 赵春晖, 姜大为, 崔灿, 等. 大数据时代下的新型电网规划体系[J]. 电力建设, 2014, 35(10): 17-20.
- [5] 李佳玮, 郝悍勇, 李宁辉. 电网企业大数据技术应用研究[J]. 电力信息与通信技术, 2014, 12(12): 20-25.
- [6] 黄彦浩, 于之虹, 谢昶, 等. 电力大数据技术与电力系统仿真计算结合问题研究[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(1): 13-22.
- [7] 唐瑞伟. 电力大数据应用现状及发展前景[C]// 电力行业信息化优秀论文集 2014——2014 年全国电力行业两化融合推进会暨全国电力企业信息化大会获奖论文. 2014: 75-80.
- [8] 耿亮, 吴燕, 孟宪楠. 电力数据挖掘在电网内部及各领域间的应用[J]. 电信科学, 2013, 29(11): 127-130.
- [9] 肖琼. 电网规划的方法和关键技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.

[10] 陈华军. 大数据变革——南方电网大数据应用探索[J]. 中国电力企业管理,2015(9):25—28.

[11] 熊炜,栗世玮. 电网规划方法综述[J]. 电工电气,2011(2):1—3.

[12] 曹娜. 电网规划数据库与负荷预测的研究及实现[D]. 郑州:郑州大学,2011.

[13] 孙峰,钱啸,曾建梁,等. 基于大数据理念的地市供电公司智能电网规划数据融合研究[J]. 华东电力,2014,42(11):2411—2414.

[14] 王靖. 电力企业如何将大数据变现[J]. 中国电力企业管理,2015(9):14—17.

[15] 闫龙川,李雅西,李斌臣,等. 电力大数据面临的机遇与挑战[J]. 电力信息与通信技术,2013,11(4):1—4.

[16] 宋亚奇,周国亮,朱永利. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 电网技术,2013,37(4):927—935.

[17] 杨楠,黄镜宇,高丽芳. 大数据时代对电力行业的影响和发
展前景[C]// 电力行业信息化优秀论文集 2014——2014
年全国电力行业两化融合推进会暨全国电力企业信息化大
会获奖论文. 2014:88—92.

[18] 库伟. 特高压输电网架结构优化与未来电网结构形态研究
[J]. 中国科技纵横,2015(20):172—172.

[19] 任永杰. 电网规划的方法和关键技术[J]. 工程技术:文摘
版,2015(10):00108—00108.

[20] 李芬,朱志祥,刘盛辉. 大数据发展现状及面临的问题[J].
西安邮电大学学报,2013,18(5):100—103.

[21] 张东霞,苗新,刘丽平,等. 智能电网大数据技术发展研究
[J]. 中国电机工程学报,2015(1):2—12.

[22] 王海涛. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 工程技
术:全文版,2016(12):00169—00169.

Study on Power Grid Planning Based on Large Power Data

YAO Duo-duo, NIU Dong-xiao

(School of Economics and Management,North China Electric Power University,Beijing 102206,China)

Abstract: With the development of information technology, informationization of electric power enterprises is accelerating, the power exponential growth of scale, and big data is the product of power informatization, its technology plays an increasingly important role. This paper first introduced the power of big data and related technologies, and from the power load prediction, grid architecture planning, dynamic security assessment and maintenance decision support four aspects, discussed application of power data in the power grid planning and management, and analyzes the power of big data in the development process of the face of opportunities and challenges, to provide ideas for further research.

Key words: large power data; data mining; power network planning

(上接第 8 页)

A Research on the Adjustment of Urban Industrial Structure of Important Nodes under the Background of "One Belt and One Way"- Taking Node City Tianjin as an Example

QI Yue^{1,2,3}, HOU Xi-pei^{3b}, FENG Xiao-rong^{3b}, ZHANG Yu^{3b}

(1. Socialism with Chinese Characteristics Research Center,Nankai University,Tianjin 300071,China;

2. Collaborative Innovation Center for China Economy,Tianjin 300071,China;

3. a. China Academy of Corporate Governance;b. Business School,Nankai University,Tianjin 300071,China)

Abstract: This paper studies the status quo of the industrial structure of Tianjin by using the location quotient method in the background of the "one belt one way" strategy, and makes a further analysis of the major industries and industrial subdivision industries in Tianjin by using the dynamic shift-share model. The study shows that the proportion of the secondary industry is declining, and the proportion of the tertiary industry is increasing year by year and gradually provides important impetus for the economic development of Tianjin. The competitive advantage of accommodation and catering industry and financial industry is more prominent, but the competitive advantages of traffic, post and telecommunications and tourism and construction industry are not obvious. Based on the above research, this paper puts forward suggestions on how to achieve the adjustment of industrial structure: the primary industry should focus on the development of ecological agriculture; the secondary industry should adhere to the intelligent and green for the direction of transformation; the tertiary industry should upgrade the transformation by the improvement of the financial system, the level of opening up and the logistics system.

Key words: one belt and one road; industrial structure; location quotient; shift-share model